

Wie verändern neue Technologien die Arbeit in Produktionsbetrieben?

Kurzgefasst

- › **Status quo:** Die Produktionsarbeit ist häufig sehr traditionell geprägt. Neue Formen von Arbeit, die beispielsweise stärkere Selbstbestimmung sowie flexible Arbeitszeit und -ort beinhalten, sind bisher noch wenig verbreitet.
- › **Versprechen:** Neue Technologien wie Augmented Reality (AR), Cobots und digitale Tools ermöglichen zunehmend neue Formen der Arbeit im Produktionsbetrieb.
- › **Potenzial:** Moderne, technologiegestützte Arbeitsformen können die Zufriedenheit der Produktionsarbeitenden erhöhen sowie die Produktivität und Resilienz von Unternehmen steigern.
- › **Herausforderungen:** Auf welche Weise neue Technologien eingeführt werden, entscheidet, ob sie moderne Arbeitsformen befördern: Neben technischen Hürden ist die größte Herausforderung, die Akzeptanz der Mitarbeitenden zu gewinnen und etablierte Strukturen sowie Denkweisen aufzubrechen.
- › **Fazit:** Mit dem Einsatz neuer Technologien ergeben sich zahlreiche Potenziale, aber auch Risiken. Für eine erfolgreiche Einführung müssen Mitarbeitende und Betriebsräte frühzeitig am Veränderungsprozess beteiligt werden und die Organisationsstruktur muss sich mitverändern.

Kontext

Flexible Arbeitszeiten, Homeoffice, mehr Autonomie und Selbstbestimmung sowie flachere Hierarchien – aktuelle Trends, die nicht zuletzt seit der Corona-Pandemie in aller Munde sind. Studien zeigen, dass sich erfolgreich umgesetzte neue Arbeitsformen positiv auf die Unternehmensleistung und auf die Zufriedenheit der Mitarbeitenden auswirken.¹ Des Weiteren liegt die Innovationsrate bei diesen Unternehmen höher, was gerade in dynamischen Märkten ein entscheidender Vorteil ist.² Während neue Formen der Arbeit in der Wissensarbeit immer häufiger vorkommen, sind Arbeitende in der Produktion stärker örtlich gebunden und können ihre Arbeitszeit meist weniger flexibel gestalten.³ Zudem ist Produktionsarbeit oft mit strengen Hierarchien und wenig Autonomie verbunden.

Dennoch verändert sich auch in der Produktion die Arbeitswelt. Neue Technologien können die Interaktion der Mitarbeitenden untereinander und mit den Maschinen unterstützen: So lassen sich kollaborative Roboter, sogenannte Cobots, leichter bedienen als bisher vorherrschende Maschinentypen; sogenannte Copiloten, die auf generativer Künstlicher Intelligenz (KI) beruhen, können Mitarbeitende durch komplexe Arbeitsschritte führen und digitale Personaleinsatzplanungstools ermöglichen es den Mitarbeitenden, effektiver untereinander zu koordinieren. Außerdem können digitale Technologien wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR) grundlegend neue Formen der Interaktion und Weiterbildung schaffen. Daher stellt sich die Frage, welche Potenziale aber auch Risiken diese Technologien für die Produktionsarbeitenden haben und worauf bei der Einführung zu achten ist.

1 Vgl. BMAS 2020 und Bruch et al. 2016.

2 Vgl. Bruch et al. 2016.

3 Vgl. BMAS 2020.




Was macht neue Arbeitsformen aus?

Bereits Ende der siebziger Jahre entwickelte der amerikanische Sozialphilosoph Frithjof Bergmann den Begriff **New Work**: Das Hauptziel der Arbeit sollte nicht mehr die Existenzsicherung, sondern die Selbstverwirklichung der Menschen sein. Zentrale Elemente bezogen sich auf Freiheit, Eigenständigkeit, Sinnhaftigkeit und Inklusion. Heute beschreibt der Begriff New Work auch den strukturellen Wandel der Arbeitswelt, der unter anderem durch die Digitalisierung und neue Technologien ermöglicht wird.⁴ Im Kontext der vierten industriellen Revolution entstand außerdem der Begriff **Arbeit 4.0**, der in der öffentlichen Diskussion oft mit dem Begriff „New Work“ gleichgesetzt wird. Diese Konzepte ergänzen einander, weisen jedoch wichtige Unterschiede auf. Während New Work einen Wandel von Sinn- und Wertefragen beschreibt, der zu veränderten Erwartungen der Mitarbeitenden an die Arbeitswelt führt, befasst sich Arbeit 4.0 vorrangig mit Lösungen zur Bewältigung der digitalen Transformation.⁵

New Work ist ein sehr breit gefasstes, normativ-positives Konzept. Es kann nicht eindeutig definiert werden, vielmehr stellt es ein Idealmodell der Arbeitswelt dar. Neue Arbeitsformen manifestieren sich im Selbstverständnis der Mitarbeitenden, in der Organisationsstruktur und im Führungsstil. Diese Publikation betrachtet daher zentrale und anzustrebende Eigenschaften neuer, digital-gestützter Arbeitsformen⁶ (siehe Tabelle 1).

Die Einführung von New-Work-Ansätzen kann nicht isoliert betrachtet werden. Vielmehr muss eine erfolgreiche Implementierung die drei Aspekte des soziotechnischen Systems **Mensch, Technologie und Organisation** einbinden (siehe Abbildung 2). Diese Analyse konzentriert sich vor allem auf die **Perspektive der Mitarbeitenden**. Wie sich neue Technologien und die Digitalisierung in der Produktion auf die **Organisationsform** und die Rolle der **Führungskräfte** auswirken, wird dabei implizit berücksichtigt und anschließend im Kontext des soziotechnischen Systems explizit betrachtet.

Tabelle 1: New Work manifestiert sich im Selbstverständnis der Mitarbeitenden, in der Organisationsform und im Führungsstil.

Die Mitarbeitenden	Die Organisationsform	Die Führungskräfte
<p>...sind digital vernetzt,</p> <p> ...haben Freiheiten hinsichtlich Arbeitsort und -zeit</p> <p> ...sind selbstbestimmt und haben motivierende und sinnstiftende Aufgaben</p> <p> ...werden bei ihrer mentalenen und körperlichen Gesundheit unterstützt,</p> <p> ...lernen ständig weiter und</p> <p> ...arbeiten in Teams zusammen.</p>	<p>...hat flache Hierarchien und</p> <p>...ist dynamisch und flexibel.</p>	<p>...schätzen die Fähigkeiten und das Wissen der Mitarbeitenden und</p> <p>...beziehen die Mitarbeitenden bei Entscheidungen mit ein</p>

4 Vgl. Haufe Akademie 2023.

5 Vgl. Fraunhofer IEM.

6 Vgl. Fraunhofer IAO 2019.

New Work in der Produktion – ein Widerspruch?

Bei Produktionsarbeit wird klassischerweise zwischen der direkt wertschöpfenden Arbeit auf dem Shopfloor und den indirekt wertschöpfenden Tätigkeiten, wie beispielsweise Ingenieurstätigkeiten und Produktionsplanung, unterschieden. Durch den wachsenden Einsatz digitaler Technologien in der Produktion verschwimmt diese Grenze jedoch zunehmend. Im Folgenden beziehen wir uns vor allem auf die engere Definition von Produktionsarbeit, die direkt zur Erstellung und Verarbeitung von Gütern und Produkten beiträgt und vorwiegend körperliche Tätigkeiten beinhaltet.⁷

Anders als Wissensarbeit ist Produktionsarbeit viel stärker durch bestimmte Vorgaben wie beispielsweise taktgebundene Arbeit, Schichtarbeit, strukturierte Tätigkeiten und begrenzte Qualifizierungsmöglichkeiten geprägt. Wie folgende Beispiele darlegen, stellen diese die Einführung neuer Arbeitsformen in der Produktion vor große Herausforderungen.

Beispiel 1:

Eine hohe Produktivität setzt voraus, dass die Maschinen stark und mit wenig Unterbrechungen ausgelastet bleiben. Zusätzlich erfordert die enge Verzahnung von Produktionsnetzwerken mit hoher Arbeitsteilung, dass die Verfügbarkeiten der Mitarbeitenden genau koordiniert werden. Dies schränkt die zeitliche Flexibilität der Arbeitenden auf dem Shopfloor massiv ein, was zu Unzufriedenheiten führen kann.

Beispiel 2:

Auch Weiterbildung ist ein ständiges Verhandlungsthema, da die Mitarbeitenden für eine bestimmte Zeit vom Shopfloor freigestellt werden müssen und dies mit den Produktivitätsvorgaben kollidieren kann. Gleichzeitig ist es wichtig, in die Weiterbildung der Mitarbeitenden zu investieren, damit diese das notwendige Wissen für die Anwendung neuer Technologien erlernen und das Unternehmen langfristig wettbewerbsfähig bleibt.

Beispiel 3:

Schließlich kann eine gesteigerte Selbstbestimmung und Autonomie der Arbeitenden lang etablierte Strukturen in Frage stellen und zum gefühlten Kontrollverlust bei Produktionsplanenden und entsprechendem Widerstand führen.

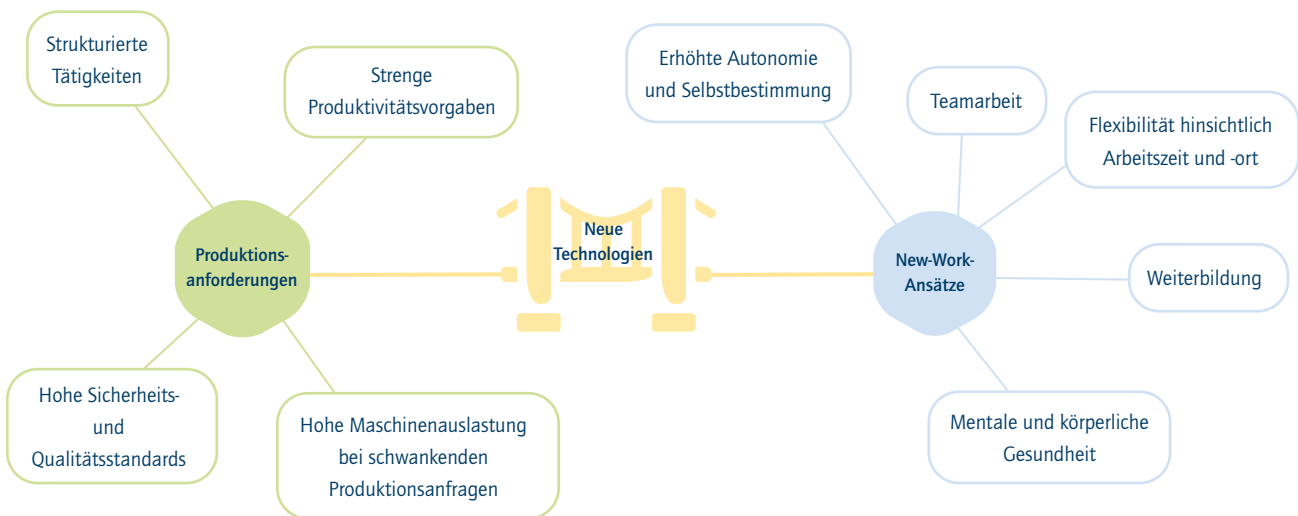
⁷ Vgl. Spath 2013.

Technologien als Brücke zwischen Produktionsanforderungen und New-Work-Ansätzen

Technologische Fortschritte und Digitalisierung ermöglichen jedoch auch in Produktionsbetrieben neue Arbeitsformen, die diese Rigiditäten teilweise auflösen können und damit dem steigenden Wunsch der Produktionsarbeitenden nach mehr Flexibilität, Mitbestimmung und Weiterbildungsmöglichkeiten entgegenkommen.⁸ KI-basierte Assistenzsysteme versprechen mehr Autonomie und Selbstbestimmung. Flexiblere Arbeitsmodelle ermöglichen eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie. AR und VR erweitern die Möglichkeiten zur Weiterbildung und Wearables können zu einer verbesserten Gesundheit beitragen. Auch für die Unternehmen ergeben sich durch die Einführung von New-Work-Konzepten zahlreiche Potenziale, etwa indem attraktive Arbeitsbedingungen den Fachkräftemangel abschwächen oder durch motivierte Mitarbeitende die Produktivität steigt. Das zentrale Versprechen von New-Work-Konzepten ist, mittels neuer Technologien die konkurrierenden Anforderungen der Produktionsumgebung und der Arbeitenden zusammenzubringen und gleichermaßen zu erfüllen (Siehe Abbildung 1).


Im Folgenden werden exemplarisch drei Use Cases vorgestellt, die das Spannungsfeld zwischen New-Work-Prinzipien, rigiden Strukturen in der Produktion und Wirtschaftlichkeitsanforderungen überbrücken können. Die ausgewählten Technologien der Use Cases erheben dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es wurden Technologien gewählt, die bereits aktiv in der Produktion eingesetzt werden und die die Interaktion der Mitarbeitenden untereinander und mit den Maschinen unterstützen. Mit AR-Brillen wurde außerdem eine Technologie ausgewählt, die grundlegend neue Formen der Interaktion ermöglicht. Wir diskutieren sowohl die Potenziale als auch die Risiken dieser Technologien und zeigen mit je einem Fallbeispiel Hürden bei der Umsetzung und Best Practices bei der Einführung auf.

Abbildung 1: Neue Technologien und Digitalisierung versprechen das Spannungsfeld zwischen rigiden Produktionsanforderungen und New-Work-Ansätzen zu überbrücken.



Quelle: eigene Darstellung.

Use Case 1: Digitale Personaleinsatzplanung

	<p>Definition: Digitale Personaleinsatzplanung ermöglicht eine flexiblere Produktion für das Unternehmen sowie eine flexiblere Gestaltung der Arbeitszeit für die Mitarbeitenden und bietet digitale Kommunikationskanäle, um sich untereinander abzustimmen.</p>	<p>Einfachheit der Umsetzung: technisch einfach, aber Veränderung des Mindsets kann schwierig sein</p>
---	--	---


Potenziale:		Risiken:
<p>Schichtinformationen sind übersichtlicher und verfügbarer.⁹</p> <p>Erhöhte Flexibilität und Selbstorganisation der Beschäftigten durch faire, zeitnahe Steuerung der Arbeitszeiten mit geringem Aufwand.¹⁰</p>	 <p>Flexibilität des Arbeitsorts / der Arbeitszeit</p>	<p>Gefahr eines sukzessiven Entgrenzungsprozesses durch die Erwartung, dass Beschäftigte ständig erreichbar sind.¹¹</p>
<p>Höhere Motivation der Mitarbeitenden durch Berücksichtigung ihrer Kompetenzen, Arbeitszeiten und Wünsche.¹²</p> <p>Die Technologie kann für partizipative Arbeitszeitplanung genutzt und die Beteiligung der Mitarbeitenden sowie flachere Hierarchien gefördert werden.¹³</p>	 <p>Selbstbestimmung / Motivation</p>	<p>Größere Anforderungen der Selbstbestimmung können als belastend empfunden werden. Der Eindruck kann entstehen, stets flexibel auf Produktionsanforderungen reagieren zu müssen.¹⁴</p>
<p>Erhöhte Zufriedenheit der Mitarbeitenden, da u.a. Beruf und Familie besser vereinbart werden können.¹⁵</p> <p>Verbesserte Einhaltung der Regelungen zu Überstunden.¹⁶</p>	 <p>Mentale / körperliche Gesundheit</p>	<p>Personenbezogene Daten könnten erhoben und ausgewertet werden (Leistungsdruck).</p>
<p>Bessere Absprachemöglichkeiten unter den Mitarbeitenden.</p>	 <p>Teamarbeit</p>	

<p>Fallbeispiel: Das Unternehmen <i>Vote2Work</i>, das auf dem Forschungsprojekt <i>KapaflexCy</i> aufbaut, plant Arbeitszeiten bereichsübergreifend, qualifikationsbezogen und partizipativ.</p> <p>Umsetzung: Mindestschichtbesetzung auf dem Shopfloor wird mit frei wählbaren kurzfristigen Zusatzeinsätzen kombiniert. Ein transparentes Regelsystem, das Produktionsbedarfe, arbeitsrechtliche Bedingungen und Kompetenzen und Präferenzen der Mitarbeitenden berücksichtigt, ermittelt anhand eines Kriterienkatalogs die passendsten Arbeitenden für Schichten. Diese können dann entscheiden, ob sie die Schicht annehmen oder nicht.</p>	<p>Hürden bei der Umsetzung: Es wird häufig angenommen, dass flexible Arbeitszeiten in der Produktion grundsätzlich nicht möglich sind. Mitarbeitende in Entscheidungen einzubeziehen ist für Planungsverantwortliche oft eine Herausforderung und das nötige Mindset muss oft erst entwickelt werden. Über Jahrzehnte gewachsene, starre Strukturen lassen sich schwer aufbrechen. Die Akzeptanz und das Vertrauen der Mitarbeitenden in die neue Technologie muss gewonnen werden, während Datenschutz sowie Datensicherheit gewährleistet werden müssen.</p> <p>Best Practices: HR, Betriebsrat, IT-Abteilung, Schichtplanende und ausgewählte Schichtarbeitende frühzeitig und durchgehend miteinbeziehen. Keine Nutzungsverpflichtung, stattdessen auf Freiwilligkeit setzen. Keine Antwort der Mitarbeitenden außerhalb der Arbeitszeit erwarten. „Bring your own device“ – private Endgeräte nutzen. Pragmatisch und stückweise mittels Experimentierräumen bzw. Pilotprojekten einführen. Genügend Zeit für Einführung planen.</p>
--	--

9 – 10 Vgl. Fraunhofer IAO 2019.

11 – 16 Vgl. Fraunhofer IAO 2015.

Use Case 2: Cobots

	Definition: Cobots (aus dem Englischen: collaborative robots) sind kollaborative Roboter, die flexibel eingesetzt werden können und die Menschen aus unmittelbarer Nähe bei ihren Tätigkeiten unterstützen.	Einfachheit der Umsetzung: mittel
---	---	---

Potenziale:		Risiken:
Übernahme unbeliebter Aufgaben und Arbeitszeiten durch Cobots. ¹⁷	 Flexibilität des Arbeitsorts / der Arbeitszeit	
Demokratisierung der Robotik: Mitarbeitende können sie aufgrund einfacher Bedienbarkeit selbst anwenden.	 Selbstbestimmung / Motivation	Möglichkeit der Überwachung und Verletzung der Privatsphäre der Arbeitenden. ¹⁸
Unterstützung bei der Sicherheit der Arbeitenden. ¹⁹ Körperlich schwere und repetitive Aufgaben und ergonomisch ungünstige Bewegungen werden erleichtert. ²⁰ Übernahme zeitintensiver Prozesse der Qualitätskontrolle und dabei Erhöhung der Genauigkeit. ²¹	 Mentale / körperliche Gesundheit	Falls die Cobots vernetzt bzw. permanent mit dem Internet verbunden sind, könnten Hackerangriffe oder ähnliche Zwischenfälle zu einem Sicherheitsrisiko für Mitarbeitende führen. ²² Im Vergleich zu konventionellen Robotern ist das Risiko im Schadensfall jedoch deutlich reduziert, da die wirkenden Kräfte wesentlich geringer sind.
Einfache Handhabung der Cobots und kostenlose Verfügbarkeit von E-Learning-Modulen für Mitarbeitende. ²³ Weiterbildung an Cobots erhöht Jobzufriedenheit vieler Beschäftigter. ²⁴ Beschäftigte gewinnen Programmier-Know-how. ²⁵	 Weiterbildung	Gering qualifizierte Beschäftigte könnte die Komplexität des Programmier-Interfaces überfordern. ²⁶ Möglicher Verlust kritischer Kompetenzen.
	 Teamarbeit	Flexibles Mindset und Brückenkompetenzen sind notwendig, damit Teamarbeit in hybriden Mensch-Maschine-Teams gelingt. ²⁷

<p>Fallbeispiel: VEMA ist ein schwäbisches Unternehmen mit circa 60 Mitarbeitenden, das in den Bereichen Werkzeugbau und Spritzguss tätig ist. Der Fachkräftemangel veranlasste VEMA dazu, Cobots in den Betrieb einzuführen. Mittlerweile gibt es bei VEMA acht Cobots, die alle Namen haben und täglich zusammen mit den Produktionsarbeitenden im Einsatz sind.</p> <p>Umsetzung: Nach zwei bis drei Wochen konnten einige Mitarbeitende die Roboter bereits selbst programmieren und bedienen. Die Integration der Roboter in komplexere Automatisierungszellen war nach zwei bis drei Monaten möglich. Nachtschichten und monotone Aufgaben fielen weg und die Mitarbeitenden wurden spürbar entlastet.</p>	<p>Hürden bei der Umsetzung: Gefahr der grundsätzlichen Ablehnung von Cobots aus Angst vor Jobverlust durch die Beschäftigten. Nicht genügend geschultes Personal, um die Cobots zu programmieren.</p> <p>Best Practices: Die Mitarbeitenden kamen frühzeitig mit den Cobots in Kontakt und lernten, mit ihnen umzugehen. Mittlerweile wollen viele Mitarbeitende die Bedienung erlernen. Die Cobots zu benennen, hat geholfen, ihre Akzeptanz zu erhöhen. Es ist wichtig, den Mitarbeitenden zu vermitteln, dass die Cobots eingeführt werden, um den Fachkräftemangel zu bekämpfen und nicht, um die Menschen zu ersetzen.</p>
--	--

17 Vgl. Alboni 2023.

18 Vgl. Vervier et al. 2023.

19, 24 Vgl. Dornelles et al. 2022.

20 Vgl. Alboni 2023 und Brito et al. 2020.

21 Vgl. Brito et al. 2020.

22 Vgl. Abishek et al. 2023.

23 Vgl. Einertshofer 2020.


25 Vgl. Baumgartner et al. 2022.

26 Vgl. Wallace 2021.

27 Vgl. Guertler et al. 2023

und Hasenbein 2023.

Use Case 3: AR-Brille

	Definition: AR-Brillen können virtuelle Elemente nahtlos in die physische Umgebung einblenden und dabei Arbeitende bei ihren Aufgaben anleiten und unterstützen.	Einfachheit der Umsetzung: technisch schwierig
---	--	--

Potenziale:		Risiken:
Individuelle und ortsunabhängige Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen nach Bedarf in Echtzeit. ²⁸	 Flexibilität des Arbeitsorts / der Arbeitszeit	Anfällig für Cyberangriffe und Datenschutzverletzungen. ²⁹
Technologie unterstützt bei Entscheidungsfindung und fördert so die Autonomie der Arbeitenden. Feedbacksysteme ermöglichen es den Mitarbeitenden, Fehler zu melden und sich aktiv einzubringen.	 Selbstbestimmung / Motivation	Kann zu Abhängigkeit von virtuellem Support führen. ³⁰ Gefahr, dass die Erfahrung von Arbeitenden entwertet wird.
Signifikant geringere kognitive Belastung von Montagearbeitenden durch Nutzung von AR-Brillen. ³¹ AR-Brillen ermöglichen den Zugang zu erweiterten Informationen, während beide Hände frei bleiben.	 Mentale / körperliche Gesundheit	Gefahr der Intensivierung der Arbeit. ³² Visuelle Ermüdungserscheinungen und Behinderung des Sichtfelds. ³³ Mangelnde Ergonomie und geringer Tragekomfort.
Schafft vielseitige Möglichkeiten zur Weiterbildung der Mitarbeitenden. ³⁴ Ermöglicht Visualisierung komplexer Sachverhalte bei der Produktplanung. ³⁵	 Weiterbildung	Die fehlende Verinnerlichung der Aufgabe führt dazu, dass die Arbeitnehmenden weniger nützliche Prozessverbesserungen vorschlagen. ³⁶
Bereitstellung von Expertenwissen vor Ort. ³⁷	 Teamarbeit	

<p>Fallbeispiel: Das mittelständische Familienunternehmen <i>Slawinski & Co.</i> stellt maßgeschneiderte Böden und Sonderpressteile her. Die Bedienung der Maschinen erfordert viel implizites Wissen und Erfahrung, was den Wissenstransfer beim Anlernen neuer Mitarbeitender schwierig und zeitaufwändig gestaltet.</p> <p>Umsetzung: In Kooperation mit dem <i>Mittelstand-Digital Zentrum Ländliche Regionen</i> wurde ein digitales Assistenzsystem entwickelt, das mit Hilfe von AR-Brillen spezifische Einstellparameter einer Maschine im Herstellungsprozess so visualisiert, dass sie im aktiven Bedienprozess anleitend und unterstützend fungieren können.³⁸ Relevante und dynamisch veränderbare Informationen werden ohne Unterbrechung der Maschinenbedienung direkt im Blickfeld angezeigt und steigern signifikant das Prozessverständnis neuer Mitarbeitender.</p>	<p>Hürden bei der Umsetzung: Die Umsetzung ist technologisch aufwändig und zeitintensiv und benötigt sehr spezifisches Fachwissen. Zudem ist die verwendete Hardware momentan noch nicht voll ausgereift: Durch Lichtkontraste in der Industriehalle waren die Hologramme teilweise schwer zu erkennen und die Verankerung des Hologramms funktionierte in der Industrieumgebung weniger gut. Diese technischen Schwierigkeiten erschwerten die Nutzung der Technologie in der Praxis und führten zu einer geringen Nutzungsquote.</p> <p>Best Practices: Da das Tragen der AR-Brillen teilweise als unangenehm empfunden wird, sollten sie nach dem derzeitigen Stand der Technik nur für kurze Zeitspannen zum Einlernen oder zur Beratung durch Fachleute genutzt werden. Weiter ist ein klarer Use Case hilfreich. Ebenso ist wichtig, die Bedienbarkeit durch die Mitarbeitenden frühzeitig zu testen. Um AR-Brillen einzusetzen, ist ein hoher Grad an Digitalisierung nötig und am Einsatzort muss eine entsprechende Infrastruktur aufgebaut werden.</p>
--	--

28, 32, 37 Vgl. Krzywdzinski et al. 2022.
29, 30, 33, 34 Vgl. Dornelles et al. 2022.

31 Vgl. Atici-Ulusu et al. 2021.
35 Vgl. Fraunhofer IPA 2019.

36 Vgl. Wuttke et al. 2022.
38 Vgl. Mittelstand Digital.

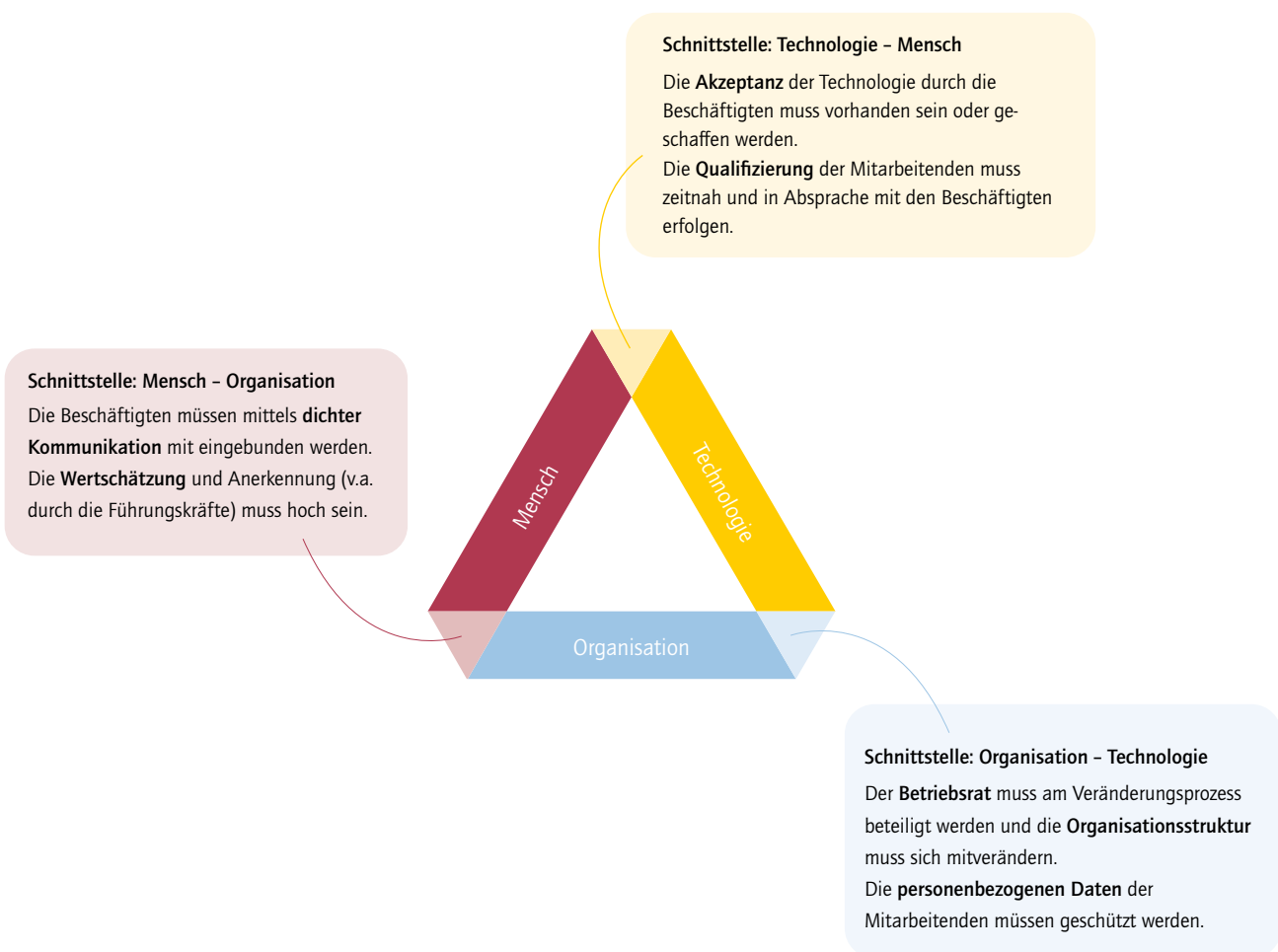
Erfolgsfaktoren

Die drei Use Cases zeigen, dass die neuen Technologien gleichermaßen zahlreiche Chancen wie Risiken bergen. Ob neue Technologien zu neuen Arbeitsformen in der Produktion führen, hängt davon ab, wie die Technologie im Unternehmen eingeführt und anschließend genutzt wird. Dabei sollten die Anforderungen der Mitarbeitenden immer im Fokus stehen. Führt ein Unternehmen beispielsweise eine neue Technologie ein, die den Mitarbeitenden mehr Gestaltungs- und Entscheidungsspielraum bietet, müssen ihnen auch die nötigen Zeitressourcen zur Verfügung gestellt wer-

den. Ansonsten kann es zur Überforderung und dadurch zusätzlichen Belastung der Mitarbeitenden kommen.

Wie dieses Beispiel zeigt, müssen technische Lösungen immer auch mit entsprechenden organisatorischen Lösungen verbunden werden. Bei der Einführung neuer Technologien sind nicht nur die drei Aspekte des soziotechnischen Systems Mensch, Technologie und Organisation entscheidend: die Schnittstellen zwischen diesen Bereichen sind von zentraler Bedeutung (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Die Schnittstellen im soziotechnischen System Industrie 4.0



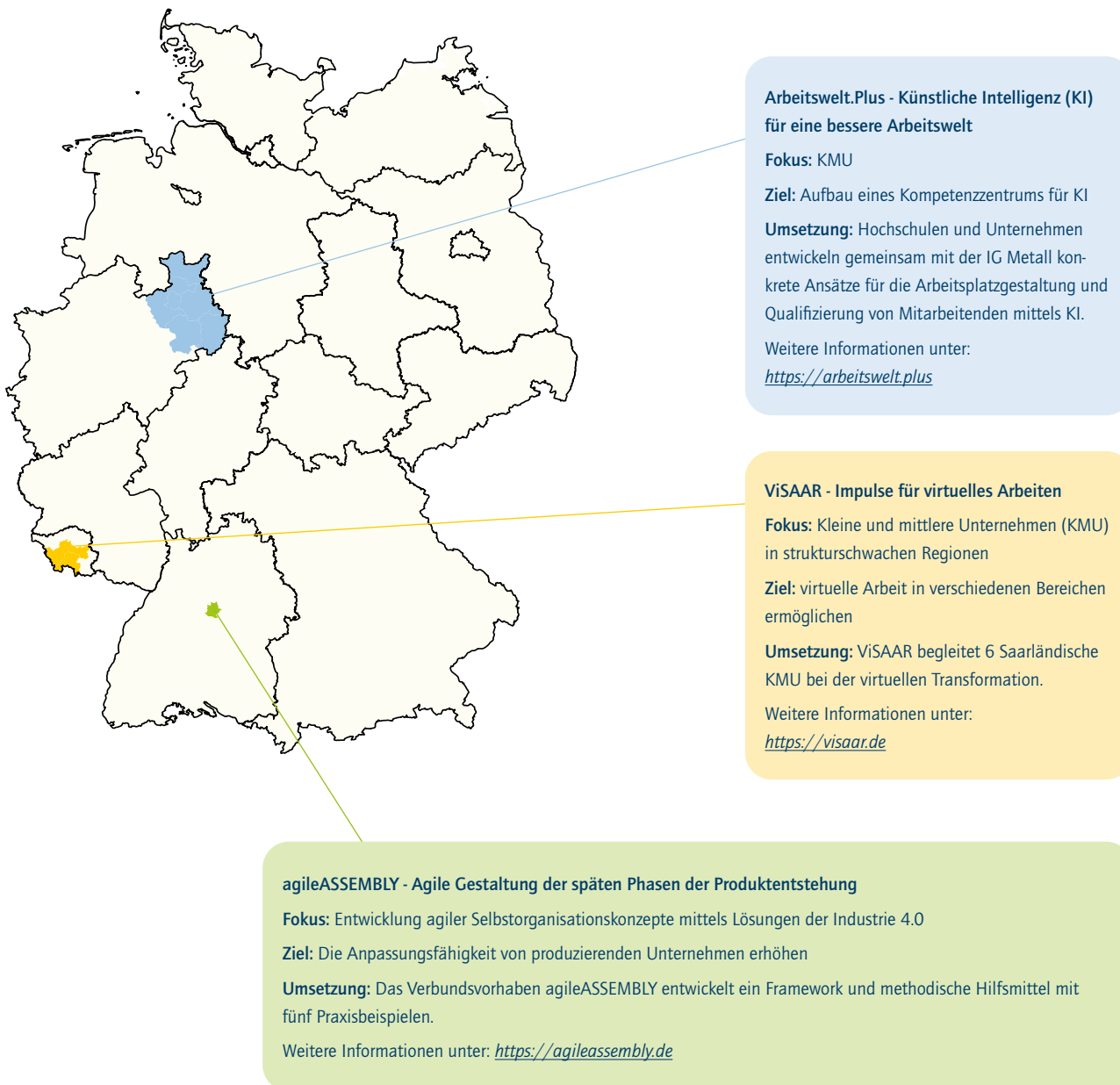
Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Hirsch-Kreinsen et al. 2018, Katenkamp 2019, WEF 2024.

Aktuelle Forschungsprojekte zu New Work in der Produktion

Begleitende Forschungsprojekte können Unternehmen dabei helfen, die zahlreichen Anforderungen und damit verbundenen Hürden bei der Implementierung von New-Work-Konzepten zu identifizieren und zu überwinden. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) profitieren hier von Leuchtturmprojekten

und Best-Practice-Beispielen, die ihnen als Orientierung dienen können. In Deutschland gibt es momentan diverse Forschungsprojekte zur Frage, wie die Arbeitswelt von morgen in der Produktion aussehen wird (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Ausgewählte Forschungsprojekte in Deutschland zum Thema neuer Arbeitsformen in der Produktion.



Quelle: eigene Darstellung.

Stimmen aus dem Forschungsbeirat



„Zwar eröffnen Industrie 4.0-Technologien grundsätzliche Spielräume für New-Work-Konzepte, jedoch setzen diese sich nicht automatisch durch. Vielmehr ist dafür oft ein aufwändiger arbeitspolitischer Implementations- und Gestaltungsprozess erforderlich, der von einer Vielzahl ökonomischer, sozialer und auch technischer Faktoren beeinflusst wird. Das erwähnte soziotechnische Konzept stellt hierfür einen äußerst hilfreichen Ausgangspunkt für die Gestaltung neuer Arbeitsformen gerade auch im Produktionsbereich dar.“

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen,
TU Dortmund



„Die neuen Technologien bieten viele Möglichkeiten, nicht nur für effizientere Prozesse, sondern auch für eine interessante und lernförderliche Arbeit. Um dies zu realisieren, ist eine intensive Einbeziehung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wichtig, und zwar so früh wie möglich im Prozess der Gestaltung und Einführung der Technologien.“

Prof. Dr. Martin Krzywdzinski,
Weizenbaum Institut für die vernetzte Gesellschaft



„Nur weil neue Technologien Möglichkeiten eröffnen, sind weder Menschorientierung noch Produktivitätssteigerung automatische Folgen der Realisierung. Beide Zielsetzungen müssen auch im Feld New Work sorgsam gestaltet und transparent kommuniziert werden. Hierbei bietet ein soziotechnischer Ansatz eine gute Ausgangsbasis.“

Prof. Dr. Angelika Bullinger-Hoffmann,
TU Chemnitz

Welche Fragen sind offen?

Weitere interdisziplinäre Forschung und eine konsequente Übertragung in die Praxis ist erforderlich, um eine weitreichende und erfolgreiche Implementierung von New Work in der Produktion sicherzustellen. Offene Fragestellungen umfassen beispielsweise die folgenden Themenfelder:

- Welche Rolle spielt das Erfahrungswissen der Mitarbeitenden im Kontext der fortschreitenden Entwicklung des Produktionsumfelds (Tacit Knowledge, Rolle von Wissensmanagement-Systemen)? Wie kann man Prozesswissen am besten vermitteln?
- Was sind Erfolgsfaktoren, um die Mitbestimmung der Arbeitenden im Produktionsbereich zu erhöhen?
- Wie können New-Work-Konzepte für unterschiedliche Funktionsbereiche, Beschäftigtengruppen und Qualifikationsniveaus angepasst und realisiert werden?
- Welche Kompetenzen und Weiterbildungsmaßnahmen sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Einführung von New-Work-Konzepten in unterschiedlichen Beschäftigungssegmenten?
- Inwieweit erfordert die Einführung von New Work einen Wandel von Hierarchie, Vorgesetztenfunktionen und vor allem auch ein neues, auf die Beteiligung der Mitarbeitenden ausgerichtetes Selbstverständnis der Führungsebene?

Literatur

Abishek et al. 2023

Abishek, B. A./Kavyashree, T./Jayalakshmi, R./Tharunkumar, S./Raffik, R.: „Collaborative Robots and Cyber Security in Industry 5.0“. In: 2023 2nd International Conference on Advancements in Electrical, Electronics, Communication, Computing and Automation (ICAECA), IEEE 2023, S. 1-6.

Alboni 2023

Alboni, A.: Kollege Cobot packt mit an – 3 Praxisbeispiele, 2023. URL: <https://industriewegweiser.de/kollege-cobot> [Stand: 17.06.2024].

Atici-Ulusu et al. 2021

Atici-Ulusu, H./Dila Ikiz, Y./Taskapilioglu, O./Gunduz, T.: „Effects of augmented reality glasses on the cognitive load of assembly operators in the automotive industry“. In: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 34:5, 2021, S. 487-499.

Baumgartner et al. 2022

Baumgartner, M./Kopp, T./Kinkel, S.: „Analysing Factory Workers' Acceptance of Collaborative Robots: A Web-Based Tool for Company Representatives“. In: Electronics, 11(1):145, 2022.

BMAS 2020

Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Verbreitung und Auswirkungen von mobiler Arbeit und Homeoffice. Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, Berlin 2020. URL: <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Forschungsberichte/fb-549-verbreitung-auswirkungen-mobiles-arbeiten.html> [Stand: 17.06.2024].

Brito et al. 2020

Brito, T./Queiroz, J./Piardi, L./Fernandes, L. A./Lima, J./Leit, P.: „A Machine Learning Approach for Collaborative Robot Smart Manufacturing Inspection for Quality Control Systems“. In: Procedia Manufacturing, 51, 2020, S. 11-18.

Bruch et al. 2016

Bruch, H./Block, C./Färber, J.: Arbeitswelt im Umbruch: Von den erfolgreichen Pionieren lernen, 2016. URL: <https://www.topjob.de/wissenswertes/detail/neue-arbeitsformen-warum-sie-diese-nicht-unvorbereitet-einfuehren-sollten/> [Stand: 17.06.2024].

Dornelles et al. 2022

Dornelles, J. d./Ayala, N. F./Frank, A. G.: „Smart Working in Industry 4.0: How digital technologies enhance manufacturing workers' activities“. In: Computers & Industrial Engineering, 163, 2022.

Einertshofer 2020

Einertshofer, P.: Pick & Place Automatisierung: Ein Werker erzählt, 2020. URL: <https://www.universal-robots.com/de/blog/pick-place-automatisierung-ein-werker-erzaehlt/> [Stand: 17.06.2024].

Fraunhofer IAO 2019

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) (Hrsg.): New Work: Best practices und Zukunftsmodelle, 2019. URL: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/2dbcef2e-a9ef-4000-addc-42c3beec95ad/content> [Stand: 17.06.2024].

Fraunhofer IAO 2015

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) (Hrsg.): Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physical-Systems. URL: <https://www.engineering-produktion.iao.fraunhofer.de/de/forschung/kapaflex-selbstorganisierte-kapazitaetsflexibilitaet-in-cyber-physical-systems.html> [Stand: 17.06.2024].

Fraunhofer IEM

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik und Mechatronik (IEM) (Hrsg.): Arbeit 4.0: Lösungen im Zusammenspiel aus Mensch, Organisation und Technik. URL: <https://www.iem.fraunhofer.de/de/schwerpunktthemen/arbeit-4-0.html> [Stand: 17.06.2024].

Fraunhofer IPA 2019

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) (Hrsg.): Augmented Reality in der Produktion. Dinge sehen, die sonst keiner sieht, 2019. URL: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/3eda64d7-9f39-4fbb-9a28-e5739486fdca/content> [Stand: 17.06.2024].

Guertler et al. 2023

Guertler, M. R./Brackemann, T./Burden, A./Caldwell, G.: „Mapping socio-technical dependencies to enable the successful adoption of collaborative robots in industry“. In: Procedia CIRP, 119, 2023, S. 564-569.

Hasenbein 2023

Hasenbein, M.: „Führung und Teamarbeit mit Künstlicher Intelligenz und Robotern“. In: Hasenbein, M. (Hrsg.): Mensch und KI in Organisationen, Heidelberg: Springer Verlag 2023, S. 139-160.

Haufe Akademie 2023

Haufe Akademie (Hrsg.): New Work: Warum ist die Zeit jetzt reif? URL: <https://www.haufe-akademie.de/new-work?akttyp=organische%20suche&med=google&aktnr=84834&wnr=04393672#> [Stand: 17.06.2024].

Hirsch-Kreinsen et al. 2018

Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, Baden-Baden: Nomos 2018.

Katenkamp 2019

Katenkamp, O.: Faktor Mensch in der Arbeitswelt 4.0 – Anforderungen, Spielräume und Einschränkungen, 2019. URL: https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/hochschultage-bk/2019beitraege/ft15_faktormensch-arbeitswelt-4.0_katenkamp.pdf [Stand: 17.06.2024].

Krzywdzinski et al. 2022

Krzywdzinski, M./Pfeiffer, S. E./Gerber, C.: Measuring work and workers. Wearables and digital assistance systems in manufacturing and logistics, 2022. URL: <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/2022/iii22-301.pdf> [Stand 17.06.2024].

Mittelstand Digital

Mittelstand Digital Zentrum ländliche Regionen (Hrsg.): Implizites Wissen vermitteln – Einsatz einer AR-Brille bei Slawinski. URL: <https://digitalzentrum-lr.de/projekt-slawinski/> [Stand 17.06.2024].

Randstad 2023

Randstad (Hrsg.): flexibility: what it means to non-office workers, 2023. URL: <https://www.randstad.com/workforce-insights/hr-trends/flexibility-what-it-means-to-non-office-workers/> [Stand: 17.06.2024].

Spath 2013

Spath, D. (Hrsg.): Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0, Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2013.

Vervier et al. 2023

Vervier, L./Brauner, P./Ziefle, M.: „Perception of Privacy and Willingness to Share Personal Data in the Smart Factory“. In: HCI for Cybersecurity, Privacy and Trust, 2023, S. 213-231.

Wallace 2021

Wallace, J.: „Getting collaborative robots to work: A study of ethics emerging during the implementation of cobots“. In: Paladyn, Journal of Behavioral Robotics, 12:1, 2021, S. 299-309.

WEF 2024

World Economic Forum WEF (Hrsg.): Views from the Manufacturing Front Line: Workers' Insights on How to Introduce New Technology, 2024. URL: <https://www.weforum.org/publications/views-from-the-manufacturing-front-line-workers-insights-on-how-to-introduce-new-technology/> [Stand: 17.06.2024].

Wuttke et al. 2022

Wuttke, D./Upadhyay, A./Siemsen, E./Wuttke-Linnemann, A.: „Seeing the Bigger Picture? Ramping up Production with the Use of Augmented Reality“. In: Manufacturing & Service Operations Management 24:4, 2022, S. 2349-2366.

Industrie 4.0 ForschungInKürze

Industrie 4.0 ForschungInKürze ist eine Publikationsreihe des Forschungsbeirats Industrie 4.0, die spezifische Industrie 4.0-Forschungsthemen in einer kompakten Form behandelt. Dabei wird eine konkrete Fragestellung prägnant, wissenschaftlich basiert und gestützt durch ansprechende Grafiken anschaulich beantwortet. Ausführlichere Informationen zu den Themen finden sich auf der Webseite des [Forschungsbeirats](#).

Der Forschungsbeirat Industrie 4.0 wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (Förderkennzeichen: 02P17D260) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Empfohlene Zitierweise:

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): Wie verändern neue Technologien die Arbeit in Produktionsbetrieben?, 2024

Impressum

Herausgeber

Forschungsbeirat Industrie 4.0/acatech –
Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Projektbüro

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München

Autorinnen und Autoren

Dr. Mareike Berger, acatech
Simon Litsche, acatech
Jonas von Brunn, acatech

Beteiligte Expertinnen und Experten

Prof. Dr. Angelika Bullinger-Hoffmann,
Technische Universität Chemnitz
Prof. Dr. Volker Hielscher, Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V.

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, TU Dortmund
Sven Hoffman, Universität Siegen
Prof. Dr. Martin Krzywdzinski, Weizenbaum-Institut
für die vernetzte Gesellschaft
Prof. Dr. Gisela Lanza, Karlsruher Institut für
Technologie
Katrin Pape, Vote2Work
Christian Vesper, Geschäftsführer von VEMA

Wir danken

Prof. Dr. Thomas Bauernhansl, Fraunhofer-Institut
für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
für weitere inhaltlichen Kommentare.

Koordination

Dr. Mareike Berger, acatech
Maximilian Heiser, acatech
Dr. Joachim Sedlmeir, acatech

Redaktion und Lektorat

Elisabeth Mader

Gestaltung und Produktion

GROOTHUIS. Gesellschaft der Ideen und
Passionen mbH für Kommunikation und Medien,
Marketing und Gestaltung;
groothuis.de

Bildnachweis

S. 12 oben: Hartmut Hirsch-Kreinsen: privat;
mittig: Martin Krzywdzinski: David Ausserhofer,
unten: Angelika Bullinger-Hoffmann:
Ph. Hierseman

Stand

September 2024

 **FORSCHUNGSBEIRAT
INDUSTRIE 4.0**